

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт электронных и информационных систем

Кафедра алгебры и геометрии

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭИС


В.А. Шульцев
« 18 » 06 2024 г.

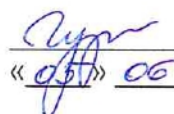
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
учебной дисциплины

Уравнения соболевского типа

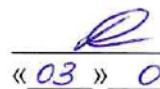
по направлению подготовки
01.03.01 Математика

Направленность (профиль) Математика в образовании, фундаментальных и прикладных исследованиях

СОГЛАСОВАНО
Начальник ООД ИЭИС

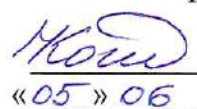

И.Н. Гуркова
« 05 » 06 2024 г.

Разработал
Профессор кафедры АГ НовГУ


Т.Г. Сукачева
« 03 » 06 2024 г.

Принято на заседании кафедры АГ
Протокол № 11 от 05.06 2024 г.

И.о. зав. кафедрой АГ


Е.М. Кондрушенко
« 05 » 06 2024 г.

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Цели освоения учебной дисциплины (УД): формирование компетентности студентов в области теории уравнений соболевского типа, развитие общей математической культуры, создание базы для успешного освоения смежных учебных дисциплин, готовности к решению системы профессиональных задач, связанных с применением методов данной УД.

Задачи УД:

- формирование систематизированных теоретических знаний в области теории уравнений соболевского типа;
- развитие абстрактного мышления;
- овладение основными вычислительными методами, на которых базируется решение типовых заданий;
- развитие логического мышления;
- выработка умений самостоятельно расширять математические знания и применять их к решению задач.

2 Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы направления подготовки 01.03.01 Математика, направленность (профиль) Математика в образовании, фундаментальных и прикладных исследованиях.

Изучение учебной дисциплины предполагает входные знания – знания, умения, навыки, полученные обучающимися в рамках общеобразовательной школы, а также в ходе освоения учебных дисциплин «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения» и других разделов математики.

Освоение учебной дисциплины может являться компетентностным ресурсом для выполнения научно-исследовательской работы и написания выпускной квалификационной работы.

3 Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Перечень компетенций, которые формируются в процессе освоения учебной дисциплины:

ПК-1 Способен применять математические знания, знания в области информатики, методик преподавания математики и информатики к решению задач в педагогической деятельности,

ПК-2 Способен применять основные понятия, идеи и методы фундаментальной математики, современные информационно-коммуникационные технологии в научно-исследовательской деятельности

Результаты освоения учебной дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты освоения учебной дисциплины

Код и наименование компетенции	Результаты освоения учебной дисциплины (индикаторы достижения компетенций)		
ПК-1 Способен применять математические знания, знания в области информатики, методик преподавания математики и информатики к решению задач в педагогической деятельности	ПК-1.1 Знает научные основы школьного курса математики, информатики, методике преподавания математики и информатики;	ПК-1.2 Умеет применять математические знания, знания по информатике, по методикам преподавания математики и информатики к конструированию и осуществлению учебного процесса в средней школе и средних специальных образовательных учреждениях;	ПК-1.3 Владеет техникой формирования у обучающихся системы знаний и умений по изучаемым разделам, техникой диагностирования сформированности системы знаний и умений обучающихся
ПК-2 Способен применять основные понятия, идеи и методы фундаментальной математики, современные информационно-коммуникационные технологии в научно-исследовательской деятельности	ПК-2.1 Знает основные понятия, идеи и методы фундаментальной математики, основы работы компьютеров, технологии программирования, способы оптимизации передачи данных и способы обеспечения безопасности в сетях;	ПК-2.2 Умеет составлять математические модели для решения задач в области фундаментальных и прикладных исследований, разрабатывать и применять электронные средства сопровождения научно-исследовательского процесса;	ПК-2.3 Владеет техникой составления обзоров, аннотаций, библиографии по тематике проводимых исследований, техникой написания рефератов

4 Структура и содержание учебной дисциплины

4.1 Трудоемкость учебной дисциплины

4.1.1 Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения

Части учебной дисциплины	Всего	Распреде- ление по семестрам
		6 семестр
1 Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	3	3
2 Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	42	42
3 Курсовая работа/курсовой проект (АЧ) (при наличии)	-	-
4 Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	66	66
5 Промежуточная аттестация (зачет; дифференцированный зачет; экзамен) (АЧ)	Зачет	Зачет

4.2 Содержание учебной дисциплины

Раздел 1. Линейные уравнения соболевского типа с относительно ограниченным оператором

- 1.1 Понятие уравнения соболевского типа. Примеры уравнений соболевского типа
- 1.2 Линейные уравнения соболевского типа. Линейные пространства Линейные операторы Полугруппы операторов. Ограниченные операторы и аналитические группы. Секториальные операторы и аналитические полугруппы. Радиальные операторы и сильно непрерывные полугруппы
- 1.3 Функциональные пространства и дифференциальные операторы. Задача Штурма – Ливилля на геометрическом графе. Относительно σ -ограниченные операторы. Относительные резольвенты. Относительно σ -ограниченные операторы. Относительно присоединенные векторы
- 1.4 Группы операторов уравнения. Фазовое пространство и разрешающая группа. Достаточные условия относительной σ -ограниченности. Случай бирасщепляющего оператора. Случай фредгольмова оператора
- 1.5 Критерий разрешимости сингулярного уравнения. Задача Коши для неоднородного уравнения. Обобщенная задача Шоултера – Сидорова. Вырожденная система обыкновенных дифференциальных уравнений. Уравнение с многочленами от оператора Лапласа. Линеаризованная система уравнений Осколкова

Раздел 2. Линейные уравнения соболевского типа с относительно секториальным оператором

- 2.1 Относительно r -секториальные операторы. Относительные r -резольвенты. Относительно r -секториальные операторы. Разрешающие полугруппы. Ядра и образы разрешающих полугрупп. Обобщенная задача Шоултера – Сидорова
- 2.2 Фазовые пространства. Единицы полугрупп. Существование обратного оператора. Контрпример. Генераторы аналитических полугрупп с ядрами. Неоднородная задача Коши
- 2.3 Уравнение свободной поверхности фильтрующей жидкости. Линейная система уравнений Навье – Стокса
- 2.4 Уравнения с относительно r -радиальными операторами. Относительно r -радиальные операторы. Сильно непрерывные полугруппы. Расщепление пространств. Обратный оператор. Инфинитезимальные генераторы
- 2.5 Фазовые пространства. Генераторы сильно непрерывных полугрупп с ядрами. Неоднородная задача Коши. Нелинейные уравнения соболевского типа.

№ п/п	Наименование разделов (тем) учебной дисциплины (модуля), УЭМ, наличие КП/КР	Контактная работа (в АЧ)					Вне- ауд. СРС (в АЧ)	Форма теку- щего кон- троля
		Аудиторная			в т.ч. СР С	ЭК З		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР				
Раздел 1. Линейные уравнения соболевского типа с относительно ограниченным опе- ратором								
1.1	Понятие уравнения соболевского типа. Примеры уравнений соболевского типа	2	1		1		6	ДР
1.2	Линейные уравнения соболевского типа. Линейные пространства Линейные операторы. Полугруппы операторов. Ограниченные операторы и аналитические группы. Секториальные операторы и аналитические полугруппы. Радиальные операторы и сильно непрерывные полугруппы	3	1		1		7	ДР
1.3	Функциональные пространства и дифференциальные операторы. Задача Штурма – Лиувилля на геометрическом графе. Относительно σ -ограниченные операторы. Относительные резольвенты. Относительно присоединенные векторы	3	2		0		5	СРС
1.4	Группы операторов уравнения. Фазовое пространство и разрешающая группа. Достаточные условия относительной σ -ограниченности. Случай бирасщепляющего оператора. Случай фредгольмова оператора	3	2		0		5	Домашняя работа – 1.1, 1.2
1.5	Критерий разрешимости сингулярного уравнения. Задача Коши для неоднородного уравнения. Обобщенная задача Шоултера – Сидорова. Вырожденная система обыкновенных дифференциальных уравнений. Уравнение с многочленами от оператора Лапласа. Линеаризованная система уравнений Осколкова	3	1		1		10	ДР
<i>Рубежная аттестация</i>								Контрольная работа - 1 Контрольный опрос – коллоквиум 1
Раздел 2. Линейные уравнения соболевского типа с относительно секториальным опе-								

Раздел 2. Линейные уравнения соболевского типа с относительно секториальным опе-

ратором								
2.1	Относительно р-секториальные операторы. Относительные р-резольвенты. Относительно р-секториальные операторы. Разрешающие полугруппы. Ядра и образы разрешающих полугрупп. Обобщенная задача Шоултера – Сидорова	3	2		1		7	ДР
2.2	Фазовые пространства. Единицы полугрупп. Существование обратного оператора. Контрпример. Генераторы аналитических полугрупп с ядрами. Неоднородная задача Коши	3	1		1		7	ДР
2.3	Уравнение свободной поверхности фильтрующей жидкости. Линейная система уравнений Навье – Стокса	3	1		0		7	ДР
2.4	Уравнения с относительно р-радиальными операторами. Относительно р-радиальные операторы. Сильно непрерывные полугруппы. Расщепление пространств. Обратный оператор. Инфинитезимальные генераторы	2	2		0		7	СРС -2.1, 2.2
2.5	Фазовые пространства. Генераторы сильно непрерывных полугрупп с ядрами. Неоднородная задача Коши. Нелинейные уравнения соболевского типа	3	1		1		5	ДР
Рубежная аттестация								Контрольная работа - 2 Контрольный опрос – коллоквиум 2
Промежуточная аттестация								Зачет
	Итого:	28	14		6		66	

4.4 Лабораторные работы и курсовые работы/курсовые проекты

4.4.1 Перечень тем лабораторных работ:

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом.

4.4.2 Примерные темы курсовых работ/курсовых проектов:

Курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены учебным планом.

5 Методические рекомендации по организации освоения учебной дисциплины

Таблица 4 – Методические рекомендации по организации лекций

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
Раздел 1. Линейные уравнения соболевского типа с относительно ограниченным оператором		
1.1	Понятие уравнения соболевского типа (информационная лекция)	2
1.2	Линейные пространства Линейные операторы (информационная лекция)	3
1.3	Относительно σ -ограниченные операторы. Относительные резольвенты (информационная лекция)	3
1.4	Фазовое пространство и разрешающая группа (информационная лекция)	3
1.5	Задача Коши для неоднородного уравнения (информационная лекция)	3
Раздел 2. Линейные уравнения соболевского типа с относительно секториальным оператором		
2.1	Относительно p -секториальные операторы (информационная лекция)	3
2.2	Фазовые пространства. Неоднородная задача Коши (информационная лекция)	3
2.3	Приложения. Конкретные интерпретации (информационная лекция)	3
2.4	Уравнения с относительно p -радиальными операторами (информационная лекция)	2
2.5	Нелинейные уравнения соболевского типа (информационная лекция)	3
ИТОГО		28

Таблица 5 – Методические рекомендации по организации практических занятий

№	Темы практических занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
Раздел 1. Линейные уравнения соболевского типа с относительно ограниченным оператором		
1.1	Примеры уравнений соболевского типа (работа в группах, обсуждения, СРС)	1
1.2	Линейные пространства Линейные операторы (работа в группах, обсуждения, СРС)	1
1.3	Относительно σ -ограниченные операторы (работа в группах, обсуждения, СРС)	2
1.4	Достаточные условия относительной σ -ограниченности. Случай бирасщепляющего оператора. Случай фредгольмова оператора (работа в группах, обсуждения, СРС)	2
1.5	Вырожденная система обыкновенных дифференциальных уравнений. Уравнение с многочленами от оператора Лапласа. Линеаризованная система уравнений Осколкова (работа в группах, обсуждения, СРС)	1
Раздел 2. Линейные уравнения соболевского типа с относительно секториальным оператором		
2.1	Относительно p -секториальные операторы (работа в группах, обсуждения, СРС)	2
2.2	Неоднородная задача Коши (работа в группах, обсуждения, СРС)	1
2.3	Относительно p -радиальные операторы. Сильно непрерывные полугруппы (работа в группах, обсуждения, СРС)	1
2.4	Уравнения с относительно p -радиальными операторами (работа в группах, обсуждения, СРС)	2
2.5	Полулинейные уравнения соболевского типа (работа в группах, обсуждения, СРС)	1

	ния, СРС)	
ИТОГО		14

Вся учебная работа по освоению студентами учебной дисциплины «Уравнения соболевского типа» подразделяется на следующие основные виды занятий: лекционные (Л), практические занятия (ПЗ), самостоятельную работу студентов (СРС).

Содержание основных разделов, а также методы и средства проведения занятий представлены ниже (Л – 1 академический час, ПЗ – 1 академический час). Теоретические разделы соответствуют учебному пособию, практические занятия и домашние задания соответствуют этому же пособию. После каждого практического занятия на дом задаются те примеры, аналоги которых рассмотрены в аудитории, а также примеры, требующие самостоятельного поиска путей решения в соответствии с рассмотренной теорией.

Темы самостоятельных работ представлены в конце каждого раздела. Отчет о проделанной самостоятельной работе и домашние работы (ДР) представляются в виде конспекта.

Освоение каждого вопроса, включенного в программу учебной дисциплины, предусматривает овладение студентами всех затронутых в нем понятий, теорем и их доказательств, методов и приемов решения соответствующих примеров и задач. Основными источниками, которые могут быть использованы, являются, в первую очередь, лекции преподавателя, а также учебное пособие [1], а также источники [3; 4; 5]. Полезной будет и другая литература, которую студент может подобрать сам.

Занятия проводятся, как правило, в диалоговой форме: в ходе лекций преподавателем систематически задаются вопросы студентам, на практических занятиях проводится опрос материала, преподавателем даются образцы решения типовых задач и т.п. По завершению изучения каждого раздела учебной дисциплины проводится итоговая контрольная работа (КР). Ниже дается краткое изложение содержания дисциплины, тем домашних заданий, аудиторных практических работ, а также демонстрационных вариантов контрольных работ.

Изучаемый в дисциплине материал представляет собой одно из современных направлений в математике и может быть использован при написании ВКР. Поэтому основной задачей преподавателя является ознакомление студентов с современными математическими методами в теории уравнений соболевского типа и их приложениями.

Технологически эти задачи решаются с помощью информационных лекций, практических занятий, ответов на вопросы студентов, обсуждений результатов решения задач, самостоятельной работы студентов.

6 Фонд оценочных средств учебной дисциплины

Фонд оценочных средств представлен в Приложении А.

7 Условия освоения учебной дисциплины

7.1 Учебно-методическое обеспечение

Учебно-методического обеспечение учебной дисциплины представлено в Приложении Б.

7.2 Материально-техническое обеспечение

Таблица 6 – Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

№	Требование к материально-техническому обеспечению согласно ФГОС ВО	Наличие материально-технического оборудования	
1.	Учебные аудитории для проведения учебных занятий	аудитория для проведения лекционных и/или практических занятий: учебная мебель (столы, стулья, доска) помещения для самостоятельной работы (наличие компьютера, выход в Интернет)	
2.	Мультимедийное оборудование	компьютер, проектор, экран, выход в интернет	
3.	Программное обеспечение		
Наименование программного продукта		Обоснование для использования (лицензия, договор, счёт, акт или иное)	Дата выдачи
ContentReader PDF 15 Business Версия для скачивания (годовая лицензия с академической скидкой) * <i>Только для осеннего семестра</i>		Договор №3КС/260	31.10.2023
Антиплагиат. Вуз.*		Договор №05//ЕП(У)24-ВБ	18.01.2024
MS Office 365		Безвозмездно передаваемое ВУзам	-
Adobe Acrobat		свободно распространяемое	-
Teams		Входит в состав MS Office 365	-
Skype		свободно распространяемое	-
Zoom		свободно распространяемое	-
"Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Education Renewal. 250-499 Node I year License" /1 год *		Договор №294/ЕП(У)25-ВБ	13.09.2023
Astra Linux Special Edition*		195200041-alse-1.7-client-base_orel-x86_64-0-14211	09.12.2022
Astra Linux Special Edition*		195200041-alse-1.7-client-base_orel-x86_64-0-12617	21.11.2022
Astra Linux Special Edition*		195200041-alse-1.7-client-max-x86_64-0-11416	26.10.2022
Astra Linux Special Edition*		195200041-alse-1.7-client-base_orel-x86_64-0-9651	28.09.2022
Astra Linux Special Edition*		195200041-alse-1.7-client-base-x86_64-0-8801	07.09.2022
Astra Linux Special Edition*		195200041-alse-1.7-client-base-x86_64-0-8590	01.09.2022
* отечественное производство			

Приложение А
(обязательное)

Фонд оценочных средств
учебной дисциплины «Уравнения соболевского типа»

1 Структура фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств состоит из двух частей:

а) открытая часть – общая информация об оценочных средствах (название оценочных средств, проверяемые компетенции, баллы, количество вариантов заданий, методические рекомендации для применения оценочных средств и пр.), которая представлена в данном документе, а также те вопросы и задания, которые могут быть доступны для обучающегося;

б) закрытая часть – фонд вопросов и заданий, который не может быть заранее доступен для обучающихся (вопросы к контрольной работе, коллоквиуму и пр.) и который хранится на кафедре.

2 Перечень оценочных средств текущего контроля и форм промежуточной аттестации

Таблица А.1 – Перечень оценочных средств

№	Оценочные средства для текущего контроля	Разделы (темы) учебной дисциплины	Баллы	Проверяемые компетенции
1	Контрольный опрос - коллоквиум - 1	Раздел 1. Линейные уравнения соболевского типа с относительно ограниченным оператором	20	ПК-1 ПК-2
2	Контрольный опрос - коллоквиум - 2	Раздел 2. Линейные уравнения соболевского типа с секториальным оператором	20	
3	Контрольная работа - 1	Раздел 1. Линейные уравнения соболевского типа с относительно ограниченным оператором	25	
4	Контрольная работа - 2	Раздел 2. Линейные уравнения соболевского типа с секториальным оператором	25	
5	Домашняя работа	1.1 Линейные операторы 1.2 Задача Коши	30	
6	Самостоятельная работа	2.1 Относительно секториальные операторы 2.2 Приложения теории	30	
Промежуточная аттестация				
	Зачет			
	ИТОГО		150	

3 Рекомендации к использованию оценочных средств

Таблица А.2 – Контрольный опрос-коллоквиум (КЛ)

Критерии оценки		Количество вариантов заданий	Количество вопросов
10-14 баллов	испытывает трудности при демонстрации знаний, испытывает трудности в определениях терминов и описаниях алгоритмов действий	10	2
15-17 баллов	допускает неточности при изложении материала; не всегда четко дает определения терминов, имеет представление об алгоритмах действий		
18-20 баллов	имеет целостное представление об излагаемом материале, определения четкие, безошибочны алгоритмы действий		

Контрольные вопросы (КЛ 1)

1. Понятие уравнения соболевского типа. Примеры уравнений соболевского типа.
2. Линейные уравнения соболевского типа.
3. Линейные пространства Линейные операторы.
4. Полугруппы операторов. Ограниченные операторы и аналитические группы. Секториальные операторы и аналитические полугруппы. Радиальные операторы и сильно непрерывные полугруппы.
5. Функциональные пространства и дифференциальные операторы.
6. Задача Штурма – Лиувилля на геометрическом графе.
7. Относительно σ -ограниченные операторы.
8. Относительные резольвенты.
9. Относительно σ -ограниченные операторы.
10. Относительно присоединенные векторы.
11. Группы операторов уравнения. Фазовое пространство и разрешающая группа.
12. Достаточные условия относительной σ -ограниченности.
13. Случай бирасщепляющего оператора.
14. Случай фредгольмова оператора.
15. Критерий разрешимости сингулярного уравнения.
16. Задача Коши для неоднородного уравнения.
17. Обобщенная задача Шоултера – Сидорова.
18. Вырожденная система обыкновенных дифференциальных уравнений.
19. Уравнение с многочленами от оператора Лапласа.
20. Линеаризованная система уравнений Осколкова.

Контрольные вопросы (КЛ 2)

1. Относительно r -секториальные операторы.
2. Относительные r -резольвенты.
3. Относительно r -секториальные операторы.
4. Разрешающие полугруппы.
5. Ядра и образы разрешающих полугрупп.
6. Обобщенная задача Шоултера – Сидорова.

7. Фазовые пространства. Единицы полугрупп.
8. Существование обратного оператора.
9. Контрпример.
10. Генераторы аналитических полугрупп с ядрами.
11. Неоднородная задача Коши.
12. Уравнение свободной поверхности фильтрующейся жидкости.
13. Линейная система уравнений Навье – Стокса.
14. Уравнения с относительно r -радиальными операторами.
15. Относительно r -радиальные операторы.
16. Сильно непрерывные полугруппы. Расщепление пространств.
17. Обратный оператор. Инфинитезимальные генераторы.
18. Фазовые пространства. Генераторы сильно непрерывных полугрупп с ядрами.
19. Неоднородная задача Коши.
20. Нелинейные уравнения соболевского типа.

Таблица А.3 – Контрольная работа (КР)

Критерии оценки		Количество вариантов заданий	Количество задач
13-18 баллов	испытывает трудности при выполнении заданий	2	4
19- 22 баллов	допускает неточности при выполнении заданий		
23-25 баллов	демонстрирует четкое и безошибочное выполнение заданий		

КР 1 Демонстрационный вариант

1. Привести пример линейного оператора.
2. Посчитать его норму.
3. Записать относительные резольвенты оператора.
4. Исследовать на разрешимость задачу Коши для линейного уравнения соболевского типа из первого раздела.

КР 2 Демонстрационный вариант

1. Привести пример относительно секториального оператора.
2. Записать разрешающую полугруппу линейного уравнения.
3. Записать относительные резольвенты оператора.
4. Исследовать на разрешимость задачу Коши для линейного уравнения соболевского типа из второго раздела.

Примечание: Задачи для контрольных работ берутся из учебных изданий [2-4] , либо составляются преподавателем самостоятельно по их образцу.

Таблица А.4 – Самостоятельная работа (СР)

Критерии оценки		Количество заданий
15-20 баллов	Не менее 50%, но менее 70% от числа баллов, выделенных на СР	2 из контролируемого раздела
21-26 баллов	Не менее 70%, но менее 90% от числа баллов, выделенных на СР	
27-30 баллов	Не менее 90% от числа баллов, выделенных на СР	

Темы СРС 2.1, 2.2:

- 2.1 Приложения теории линейных уравнений с относительно секториальным оператором.
 2.2. Приложения теории линейных уравнений с относительно радиальным оператором.

Пример СРС

1. Исследовать задачу Коши.
2. Исследовать задачу Шоуолтера-Сидорова.

Примечание: Задачи для самостоятельных работ берутся из учебных изданий [2-4], либо составляются преподавателем самостоятельно по их образцу.

Таблица А.5 –Домашняя работа (ДР)

Критерии оценки		Количество заданий
15-20 баллов	Не менее 50%, но менее 70% от числа баллов, выделенных на ДР	2 из контролируемого раздела
21-26 баллов	Не менее 70%, но менее 90% от числа баллов, выделенных на ДР	
27-30 баллов	Не менее 90% от числа баллов, выделенных на ДР	

Темы домашней работы 1.1, 1.2:

- 1.1 Приложения теории линейных уравнений с относительно ограниченным оператором.
 1.2. Приложения теории линейных уравнений с относительно ограниченным оператором.

Пример ДР

1. Исследование вырожденных конечномерных систем.
2. Исследование линеаризованной системы Осколкова.

Примечание: Задачи для домашних работ берутся из учебных изданий [1], либо составляются преподавателем самостоятельно по их образцу.

Зачет выставляется по текущей успеваемости, в зависимости от количества баллов, набранных студентом в семестре. Если студент набрал в течение семестра менее 75 баллов, то оценка не зачтено. От 75 до 150 – зачтено.

Вопросы к зачету

- 1 Понятие уравнения соболевского типа. Примеры уравнений соболевского типа.
- 2 Линейные уравнения соболевского типа.
- 3 Линейные пространства Линейные операторы.
- 4 Полугруппы операторов. Ограниченные операторы и аналитические группы. Секториальные операторы и аналитические полугруппы. Радиальные операторы и сильно непрерывные полугруппы.
- 5 Функциональные пространства и дифференциальные операторы.
- 6 Задача Штурма – Лиувилля на геометрическом графе.
- 7 Относительно σ -ограниченные операторы.
- 8 Относительные резольвенты.
- 9 Относительно σ -ограниченные операторы.
- 10 Относительно присоединенные векторы.
- 11 Группы операторов уравнения. Фазовое пространство и разрешающая группа.
- 12 Достаточные условия относительной σ -ограниченности.

13. Случай бирасщепляющего оператора.
14. Случай фредгольмова оператора.
15. Критерий разрешимости сингулярного уравнения.
16. Задача Коши для неоднородного уравнения.
17. Обобщенная задача Шоуолтера – Сидорова.
18. Вырожденная система обыкновенных дифференциальных уравнений.
19. Уравнение с многочленами от оператора Лапласа.
20. Линеаризованная система уравнений Осколкова.
21. Относительно p -секториальные операторы.
22. Относительные p -резольвенты.
23. Относительно p -секториальные операторы.
24. Разрешающие полугруппы.
25. Ядра и образы разрешающих полугрупп.
26. Обобщенная задача Шоуолтера – Сидорова.
27. Фазовые пространства. Единицы полугрупп.
28. Существование обратного оператора.
29. Контрпример.
30. Генераторы аналитических полугрупп с ядрами.
31. Неоднородная задача Коши.
32. Уравнение свободной поверхности фильтрующей жидкости.
33. Линейная система уравнений Навье – Стокса.
34. Уравнения с относительно p -радиальными операторами.
35. Относительно p -радиальные операторы.
36. Сильно непрерывные полугруппы. Расщепление пространств.
37. Обратный оператор. Инфинитезимальные генераторы.
38. Фазовые пространства. Генераторы сильно непрерывных полугрупп с ядрами.
39. Неоднородная задача Коши.
40. Нелинейные уравнения соболевского типа.

Все материалы для проведения промежуточного контроля хранятся на кафедре.

Приложение Б
(обязательное)
Карта учебно-методического обеспечения
учебной дисциплины «Уравнения соболевского типа»

Таблица Б.1 – Основная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
1. Свиридюк Г. А. Линейные уравнения соболевского типа : учебное пособие / Челябинский государственный университет. - Челябинск, 2002. – 179 с. - Библиогр.: с. 164-179. - ISBN 5-7271-0599-4	10	
Электронные ресурсы		

Таблица Б.2 – Дополнительная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
3. Математические модели динамики несжимаемой вязкоупругой жидкости: учебно-методическое пособие / автор -составитель: О. П. Матвеева; Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2015. - 34, [1] с. – Текст: электронный. //ЭБС НовГУ.- URL: https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-2325	10	ЭБС НовГУ
4. Математические модели эволюции несжимаемой вязкоупругой жидкости : учебно-методическое пособие / составитель: О. П. Матвеева ; Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2016. - 31, [1] с. – Текст: электронный. //ЭБС НовГУ. - URL: https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-3682	10	ЭБС НовГУ
Электронные ресурсы		
Математическое моделирование и программирование. / А. О.Кондюков, Т. Г. Сукачева. // Вестник ЮУрГУ. – 2019. - N 3. – С. 42-51. – URL: https://mmp.susu.ru/pdf/v12n3st4.pdf . – Текст: электронный.		

Таблица Б.3 – Информационное обеспечение модуля

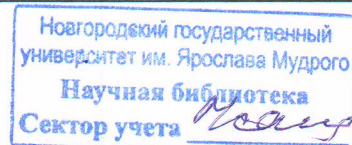
Наименование ресурса	Договор	Срок договора
Электронная библиотека НовГУ		
Электронный каталог научной библиотеки http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
База данных «Аналитика» (картотека статей) http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
ЭБС «Электронная библиотечная система Новгородского государственного университета» (ЭБС НовГУ). Универсальный ресурс. Внутривузовские издания НовГУ.	Договор № 230 от 30.12.2022 с ООО «КДУ»	бессрочный

Наименование ресурса	Договор	Срок договора
ЭБС «Лань» Единая профессиональная база данных для классических вузов – Издательство Лань «ЭБС» ЭБС ЛАНЬ	Договор № 34/ЕП(Т)23 от 22.12.2023 с ООО «Издательство ЛАНЬ»	с 01.01.2024 по 31.12.2024
ЭБС «ЛАНЬ» Коллекции: «Физика – Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана», «Информатика - Издательство ДМК Пресс», «Журналистика и медиа-бизнес - Издательство Аспект Пресс»	Договор № 33/ЕП(У)23 от 25.12.2023 с ООО «ЭБС ЛАНЬ»	с 01.01.2024 по 31.12.2024
ЭБС «ЛАНЬ» Универсальный ресурс	Договор № СЭБ НВ–283 с ООО «ЭБС ЛАНЬ» от 09.11.2020	с 09.11.2020 по 31.12.2023 Договор продолгован н до 31.12.2024 (основание: п.6.1.)
«ЭБС ЮРАЙТ www.biblio-online.ru» Универсальный ресурс.	Договор № 35/ЕП(У)23 от 25.12.2023 с ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ»	с 01.01.2024 по 31.12.2024
«Национальная электронная библиотека» Универсальный ресурс.	Договор №101/НЭБ/2338П от 14.03.2022 с ФБГУ «Российская Государственная библиотека»	с 14.03.2022 по 13.03.2027
ЭБС «IPRsmart» Универсальный ресурс.	Лицензионный договор № 11040/23П/31/ЕП(У)23 от 22.12.2023 с ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа»	с 01.01.2024 по 31.12.2024
ЭБС «IPRsmart» Электронно-образовательный ресурс для иностранных студентов «РУССКИЙ ЯЗЫК КАК ИНОСТРАННЫЙ» (РКИ).	Договор № 436/ЕП(У)23-ВБ от 15.12.2023 с ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа»	с 01.01.2024 по 31.01.2025
ЭБС Polpred.com. Обзор СМИ. Электронные статьи 600 деловых газет, журналов, информагентств за 20 лет.	Соглашение с ООО «ПОЛПРЕД Справочники». Тестовый доступ.	с 01.01.2023
Профессиональные базы данных		
Президентская библиотека им. Б. Н. Ельцина https://www.prilib.ru/	в открытом доступе	-
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/	в открытом доступе	-
База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/	в открытом доступе	-
База данных электронно-библиотечной системы «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф	в открытом доступе	-
Информационные справочные системы		
Университетская информационная система «РОССИЯ» https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh/uis-rossiya	в открытом доступе	-
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» https://openedu.ru	в открытом доступе	-

Новгородский государственный
университет им. Ярослава Мудрого
Научная библиотека
Сектор учета *Васильев*

Наименование ресурса	Договор	Срок договора
Портал открытых данных Российской Федерации https://data.gov.ru	в открытом доступе	-
Справочно-правовая система КонсультантПлюс (КонсультантПлюс студенту и преподавателю) www.consultant.ru/edu/	в открытом доступе	-

Проверено НБ НовГУ



И.о. зав. кафедрой АГ

Е.М. Кондрушенко
подпись

Е.М. Кондрушенко

И.О. Фамилия

« 05 » 06

20 24 г.

[illegible]